

УДК 622.8

І.М. КУЗИК, канд. техн. наук, доцент Донецького національного технічного університету, м. Донецьк, Україна

В.М. АРТАМОНОВ, канд. техн. наук, професор Донецького національного технічного університету, м. Донецьк, Україна

А.М. КАМУЗ, інженер СО ПАТ «Донбасенерго» ДПР НДІ «Теплоелектропроект»

МЕХАНІЗМ ЗНИЖЕННЯ ПИЛОУТВОРЕННЯ З ПОВЕРХНІ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ РОЗЧИНІВ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН

На основі аналізу існуючих уявлень про пилогазоутворення з поверхні породних відвалів надано новий механізм щодо можливостей його зниження при використанні водних розчинів поверхнево-активних речовин (ПАР).

Ключові слова: уявлення, механізм, пилегазовиділення, поверхня породного відвалу, зволоження, поверхнево-активні речовини, екологічна безпека.

Постановка проблеми, мета та задачі дослідження

Всі сучасні технології видобутку корисних копалин (вугілля) супроводжуються руйнуванням масиву, транспортуванням вугілля і вміщуючих порід та складування на поверхні у вигляді відвалів різної конфігурації. Перелічені технологічні процеси супроводжуються пилоутворенням і надають шкоду здоров'ю людини та створюють несприятливі умови для життєдіяльності [1,2].

Породні відвали формуються з порід, які містяться у надрах. Найбільш пилоутворюючою спроможністю володіють алевроліти Донецького регіону, меншою – пісковики та вапняки [3]. Основними факторами, що впливають на пилоутворюючу спроможність є: вологість породи; структура масиву; щільність порід. Міцні породи мають найменшу пилоутворюючу спроможність [3].

Породні відвали гірничодобувних підприємств є великомасштабними об'єктами забруднення довкілля у Донецькому та Львівсько-Волинському вугільних басейнах. Займаючи немалі площі, відвали відіграють роль постійного джерела надходження пилових фракцій у атмосферне повітря. До пиління призводять такі процеси, як видування вітром, розвантаження автосамоскидів, робота бульдозерів при формуванні відвалу та ін. [1]. Сприяють виділенню пилу в атмосферне повітря також метеорологічні умови: суха погода, сильний вітер.

Значного впливу довкілля зазнає також внаслідок горіння породних відвалів (таких відвалів, що горять, налічується близько 30 %) [2]. Порушення рівноваги порід відвалів, що горять, внаслідок зміни сил їх зчеплення через згоряння чи впливу води для тушіння, приводять до виникнення викидів-оповзнів-обрушень, які також є значним джерелом надходження пилу в атмосферу [3,4,5].

Вказані чинники приводять до зниження рівня екологічної безпеки у регіонах розташування породних відвалів. У подальшому це спричиняє деградацію природних екосистем і підвищує рівень захворюваності людей [6,7,8].

Метою даної роботи є обґрунтування впровадження механізму пилоподавлення на породних відвалах гірничодобувних підприємств шляхом застосування поверхнево-активних речовин (ПАР).

Задачами дослідження є:

– сформування існуючих уявлень щодо механізму зниження пилогазоутворення з поверхні породних відвалів;

– удосконалення та пропонування нових підходів до пилогазоутворення з поверхонь;

– обґрунтування та розробка заходів щодо зниження пилогазоутворення та визначення еколого-економічних та соціальних наслідків.

Дослідження щодо формування уявлень про пилогазоутворення з поверхні відвалів.

Поверхня породного відвалу формується при насипанні породи у визначеному місті відповідно від крупності шмаття та щільності

породи. Кути схилів визначаються як кути природного відкосу. Гранулометричний склад порід відвалу відображає рівень енергозабезпеченості видобутку, але частки діаметром менше 10^{-3} м складають приблизно 25-30 %. У цьому випадку ці частки є осно-

вою пилу, що утворюється у атмосфері над поверхнею породного відвалу. Велику роль у переміщенні пилу відіграє аерація повітря над поверхнею.

Механізм пилогазоутворення містить наступні процеси (рисунок 1).

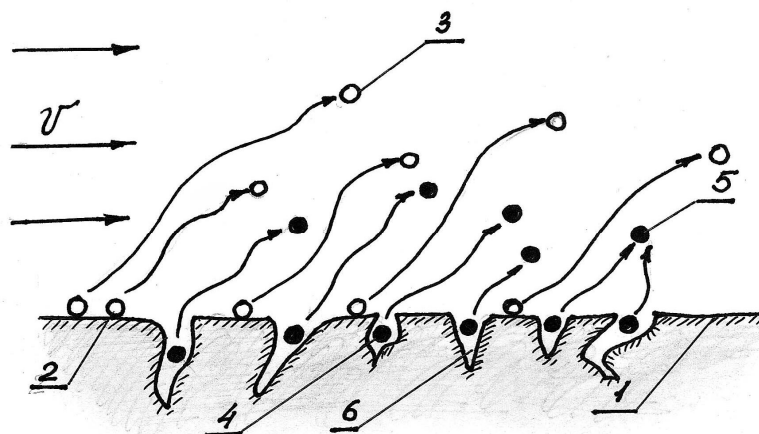


Рисунок 1 – Механізм пилогазоутворення з поверхні породного відвалу:

- 1 – поверхня відвалу; 2 – пилові частки на поверхні; 3 – вітаючі пилові частки у атмосфері;
4 – газ у масиві породи; 5 – газ у атмосфері; 6 – тріщини та пустоти у масиві порід

Тріщини, з яких виділяється газ, відкриті і це сприяє постійному потраплянню до атмосфери. Таким чином, частки пилу, які знаходяться на поверхні та газові сполуки, що містяться у масиві породи за рахунок вітрової діяльності у атмосфері потрапляють до неї і переміщуються на достатню дальність («вітають»). В результаті таких процесів виникають пилогазові сполуки з підвищеною концентрацією (понад ПДВ) і становлять достатню небезпеку для життєдіяльності біоти [8].

Дослідженнями [9,10,11,12,15] встановлено, що максимальний ефект пилоподавлення з поверхні породного відвалу досягається при зрошуванні її водним розчином поверхнево-активних речовин (ПАР).

Метод боротьби з пилоутворенням на поверхні порід оснований на змочуванні пилу водним розчином ПАР. Використання ПАР для пилоподавлення обумовлено тим, що їх водні розчини здатні знижувати поверхневий натяг, види та підвищувати можливість змочування [13]. Слід відмітити, що деякі породи практично не змочуються водою і тільки при використанні ПАР можливо реалізувати цю спроможність. Різні водні розчини ПАР дають різні значення:

$$\sigma_{pe} \cdot \cos\Theta = f(c), \quad (1)$$

де Θ – крайовий кут змочування, град.;
 σ_{pe} – поверхневий натяг на межі «рідина-газ», дин/см;

$$\sigma_{pg} = (\sigma_{тг} - \sigma_{тp}) / \sigma_{pg} \quad (2)$$

$\sigma_{тг}$ – поверхневий натяг на межі «тверде тіло – газ», дин/см; $\sigma_{тp}$ – поверхневий натяг на межі «тверде тіло – рідина», дин/см.

Графіки залежності (рисунок 2) надають можливість оцінити спроможність змочування поверхні, що пилить, з використанням різних ПАР.

На основі лабораторних досліджень встановлено, що максимальний ефект пилоподавлення з породної поверхні досягається при зрошуванні її розчином води з ПАР. Концентрація для будь-якого ПАР визначається відповідно залежністю:

$$C_{ПАР_i} = B_{1i} \cdot \left[\frac{\exp(0,0753) - C_{ПАР}}{A_{1i}} \right], \quad (3)$$

де B_{1i} , A_{1i} – коефіцієнти, які характерні для конкретного ПАР; $C_{ПАР}$ – оптимальна концентрація ПАР (максимальний ефект пилоподавлення), %.

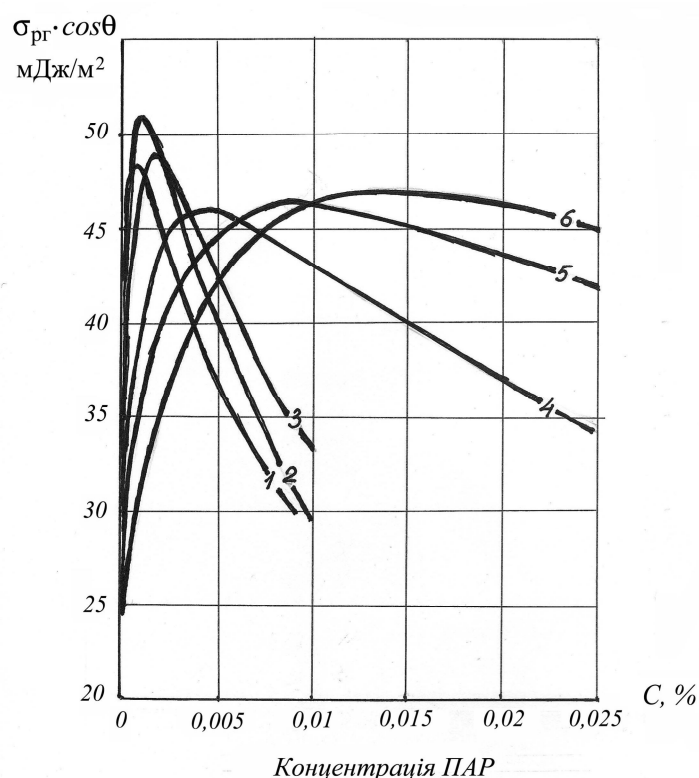


Рисунок 2 – Графіки залежності $\sigma_{pr} \cdot \cos\theta = f(c)$ при змочуванні порід шахт «Білозерська» та ім. РККА розчинами: 1 – синтанолу ДТ-7; 2 – синтетичного змочувального складу ДПІ; 3 – СТС; 4 – СаВо; 5 – ДБ; 6 – нафтенокс на шахтній воді

Тоді з урахуванням складу речовин у породі:

$$C_{ПАР_i} = [15,4 - 5,7S - 0,5S^2 + D(3,4 \cdot V^{daf} - 1,4x_r + 0,3x_r^2)] \cdot 10^{-3}, \quad (4)$$

де S – зміст сірки у породі, %; D – частка змісту вугілля у породній масі $D \leq 0,2$;

$$D = d_1/d_3, \quad (5)$$

де d_1 – зміст вугілля у породній масі, %; d_3 – 100 %; V^{daf} – вихід летючих речовин у вугіллі, %; x_r – природна газомісткість вугілля, %.

При зрошенні поверхні відвалу розчином ПАР відповідної концентрації запускається механізм зниження пилоутворення.

При обробці поверхні породного відвалу розчинами ПАР діють інші процеси (рисунок 3).

У цьому випадку, кожна пилова частка зволожується водним розчином ПАР та зліплюється з іншою, створюючи пилові спо-

лучення більшою масою, що не дозволяє їх «вітати» у повітрі. Ті частки, що містяться на поверхні, теж не можуть «вітати» та створюють єдину додаткову поверхню, яка стає перепоною для підняття інших часток пилу та газу до атмосфери. При зрошенні створюється шар часток потужністю m , який при подальшому висиханні набуває достатньої щільності і надає можливості створювати «вітаючі» пило газові аерозолі.

Комплексний підхід до зниження пилоутворення враховує пилоподавлення за допомогою водних розчинів ПАР на наступних процесах:

- при транспортуванні породи на відвал;
- зволоження сформованого масиву породи;
- зрошення схилів породного відвалу та під'їзних доріг.

На першому етапі зрошування здійснюється відповідно від виду транспортування за допомогою розбризування на протязі всього транспортного ланцюга [3,14,15].

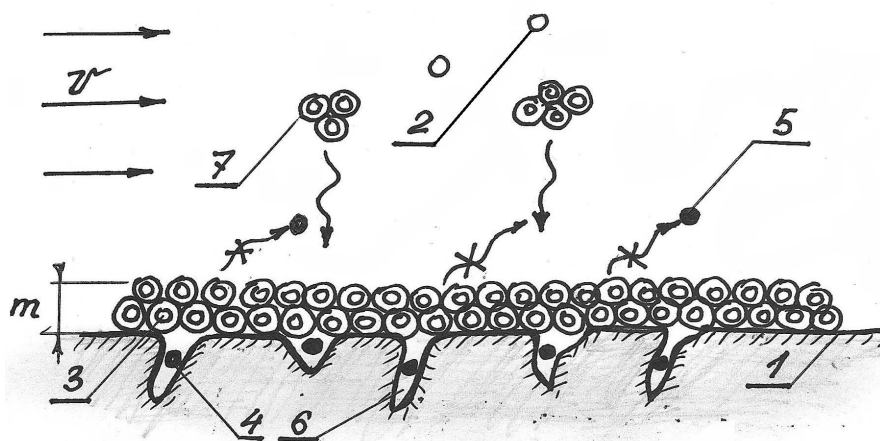


Рисунок 3 – Запропонований механізм зниження пилогазоутворення:
 1 – поверхня відвалу; 2 – пилова частка на поверхні; 3 – пилова частка у атмосфері;
 4 – газова частка на поверхні; 5 – газова частка у атмосфері;
 6 – тріщини та пустоти, що закупорені зліпленими частками пилу;
 7 – зволожені злиплі частки пилу та газу; m – потужність шару злиплених часток пилу

Зволоження порідного масиву за допомогою ін'єктора наведено на рисунок 4.

Подача водного розчину у масив характеризується:

- глибиною, на яку подано ін'єктор (l_g);
- об'ємом подачі водного розчину (Q_g);
- концентрацією ПАР у розчині (C_i);
- глибиною проникнення водного розчину у масив (r_g).

Зволоження поверхні породного відвалу можливо з використанням наступної технологічної схеми (рисунок 5).

Комплексний підхід до зволоження поверхні породного відвалу дає можливість знизити пилоутворення до санітарно-гігієнічних норм та дозволить стабілізувати або знизити негативний вплив на навколишнє природне середовище.

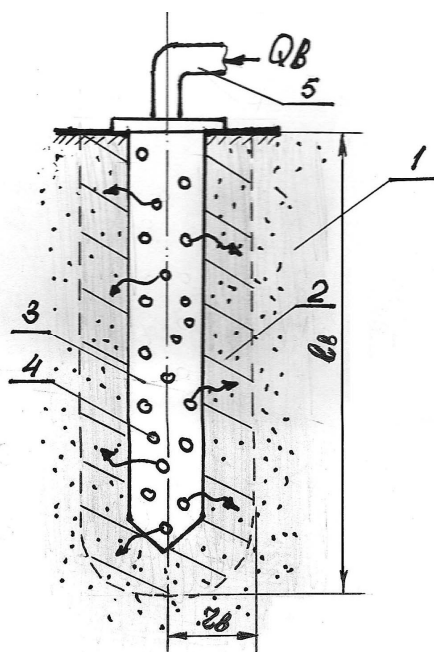


Рисунок 4 – Зволоження масиву породи за допомогою ін'єктора: 1 – масив породи;
 2 – зволожена частка породи; 3 – ін'єктор; 4 – перфорована частина ін'єктора;
 5 – трубопровід для подачі розчину ПАР

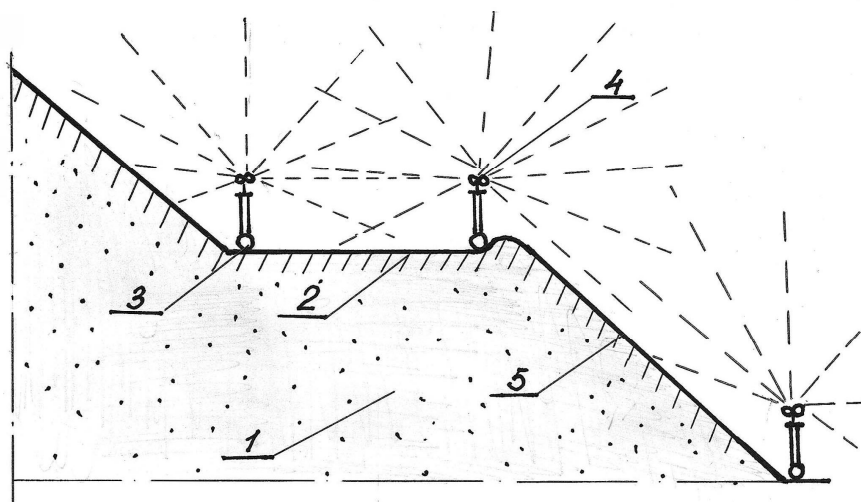


Рисунок 5 – Технологія зрошування поверхні породного відвалу: 1 – масив породи; 2 – розрізна полу траншея; 3 – трубопровід для подачі розчину; 4 – вийерні розбризкувачі; 5 – відкіс породного відвалу

Висновки

Дослідження, проведені авторами, та уявлення механізму пилогазоутворення дозволяють зробити наступні висновки, а саме:

- подача водного розчину визначеної концентрації та об'єму в зону пилогазоутворення дозволяє знизити викиди пилу до санітарно-епідеміологічних норм;
- максимальний ефект зниження пилогазоутворення досягається при комплексній обробці масиву породи, поверхні відвалу та породи, що подаються на нього;

– визначити концентрацію ПАР у водних розчинах з урахуванням властивостей і складу породи.

Запропоновані пропозиції щодо механізму пилогазоподавлення та методів їх подолання дозволяють вирішити проблему забруднення атмосферного повітря у зоні впливу діяльності системи «породний відвал – навколишнє природне середовище». Зниження виділення шкідливих речовин дає можливість не тільки стабілізувати, але і знищити їх, забезпечити задовільні вимоги до існування біоти.

Перелік посилань

1. Ревзина Ю.Г. Количество вредных выбросов в атмосферу с породного отвала шахты "Лидиевка" и оценка их влияния на природную среду / Ю.Г. Ревзина, В.В. Черняева // Охрана навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів: VIII Міжнародна наукова конференція аспірантів та студентів: збірка доповідей. – Донецьк : ДонНТУ, 2009. – Т.2. – С. 50-61.
2. Смирний М.Ф. Екологічна безпека териконових ландшафтів Донбасу : монографія / М.Ф. Смирний, Л.Г. Зубова, О.Р. Зубов. – Луганськ : вид-во СНУ ім. В.Даля, 2006. – 232 с.
3. Ищук И.Г. Средства комплексного обеспыливания горных предприятий: справочник / И.Г. Ищук, Г.А. Поздняков. – М.: Недра, 1991. – 253 с.
4. Леонов П.А. Природные отвалы угольных шахт / П.А. Леонов, Б.А.Сурначев. – М. : Недра, 1970. – 112 с.
5. Зборщик М.П. Предотвращение вредных проявлений в породах угольных месторождений / М.П. Зборщик, В.В. Осокин. – Д.: ДонГТУ, 1996. – 178 с.
6. Ноярина О.И. Образование пыли, окалина, шлама и их утилизация на металлургических заводах Германии / О.И. Ноярина, И.Е. Протурин, И.Д. Рожихина // Stale and Eisner. – 2006. – № 9. – С.25-32.
7. Смирнова Л.Ф. Ветровая эрозия почв / Л.Ф. Смирнова. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 135 с.

8. Кузык И.Н. Оценка влияния породных отвалов шахт центрального Донбасса на окружающую среду: збірка доповідей міжнародної науково-технічної конференції "Сталий розвиток гірничо-металургійної промисловості". – Кривий Ріг, 2004. – Т.1. –С. 351-254.
9. Методика проведения промышленных испытаний способа повышения эффективности гидрообеспыливания и снижения газовой выделения из обнаженных поверхностей и отбитого угля путем блокирования метана и изменения гидрофильных свойств угля гидравлическим воздействием на угольный пласт / П.Ф. Зима, Б.И. Медведев, В.В. Чистюхин и др. – Донецк : ДПИ, 1982. – 16 с.
10. Артамонов В.Н. Предварительное увлажнение как комплексный метод повышения эффективности и безопасности горных работ / В.Н. Артамонов, Е.Б. Николаев // Геотехнологии на рубеже XXI века / Под общ. ред. С.С. Гребенкина, Ю.В. Бондаренко. – Донецк : ДУНПГО, 2001. – Т.1. – С. 124-129.
11. Медведев Б.И. Совершенствование способа определения основных параметров микрокапиллярного увлажнения / Б.И. Медведев, В.Н. Артамонов, В.В. Чистюхин // Геомеханические проблемы высокопроизводительной разработки тонких и средней мощности угольных пластов : всесоюзная техническая конференция: тезисы докладов. – Донецк, 1980. – С. 31-33.
12. Поверхностно-активные вещества: справочник / [А.А. Абрамзон, В.В. Богаров, Г.М. Гаевой и др.] под ред. А.А. Абрамзона и Г.М. Гаевого. – Л.: Химия, 1979. – 376 с. ил.
13. Михайлов А.М. Охрана окружающей среды на карьерах : учеб. пособие / А.М. Михайлов. – К.: Выща школа, 1990. – 264 с.
14. Рекомендации по борьбе с пылением действующих и отработанных золошлакоотвалов. ТЭС РД 153-34.0-0.2.108.98 / Департамент стратегии развития и научно-технической политики. – 2000. – 15 с.
15. Чистюхин В.В. Теоретическое обоснование возможности повышения эффективности гидрообеспыливания / В.В. Чистюхин, Р.В. Мухаметзянов // Вісті Донецького гірничого інституту. – 2005. - №2. – С.30-36.

*Стаття надійшла до редколегії 25.04.2013 р. українською мовою
Стаття рекомендована членом редколегії чл.-кор. НАН України А.Г. Шапарем*

И.Н. КУЗЫК*, В.Н. АРТАМОНОВ*, А.М. КАМУЗ**

**Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина*

***СО ПАТ «Донбассэнерго» ДПР НИИ «Теплоэлектропроект», г. Донецк, Украина*

МЕХАНИЗМ СНИЖЕНИЯ ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАСТВОРОВ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

На основании анализа существующих представлений о пылегазовыделении с поверхности породных отвалов предложен новый механизм, учитывающий возможности по его снижению при применении водных растворов поверхностно-активных веществ.

Ключевые слова: представление, механизм, пылегазовыделение, поверхность породного отвала, увлажнение, поверхностно-активные вещества, экологическая безопасность.

I.M. KUZUYK*, V.M. ARTAMONOV*, A.M. KAMUZ**

**Donetsk National Technical University, Donetsk, Ukraine*

***"Donbasenergo", Research Institute "Teplotoelectroproekt, Donetsk, Ukraine*

MECHANISMS OF REDUCING DUST FORMATION FROM THE WASTE DUMPS' SURFACE USING SOLUTIONS OF SURFACE – ACTIVE SUBSTANCES

Based on the analysis of ideas about the dust and gas formation from the waste dumps' surface a new mechanism to reduce its capacity by using aqueous solutions of surface-active substances (SAS) is proposed.

Keywords: representation, mechanism, dust and gas, the surface of the waste dump, moisturizing, surfactants, environmental safety.